

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-202019
 (43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl.

G02B 26/10
H04N 1/04

(21)Application number : 04-360937

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 29.12.1992

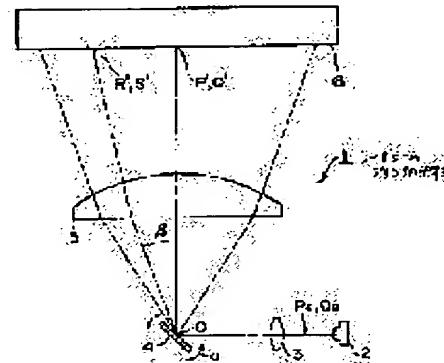
(72)Inventor : NANBARA TORU
NAGANUMA TORU
KAKINUMA KOICHIRO

(54) MULTI-BEAM SCANNING OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make the scanning lines of respective light beams on an image formation surface nearly linear and parallel within a permissible error by using an $f\theta$ lens as an image forming lens by emitting the light beams from a light source in specific conditions.

CONSTITUTION: The multi-beam light source 2 emits (m) light beams which satisfy the expression. In the expressions, β is the maximum angle of scanning by a scanning optical system, (j) is the distance between image formation points on a light receiving surface, and L is the maximum scanning width on the light receiving surface when the scan is made at the maximum scanning angle β . Further, ϵ is the permissible limit of deviation scanning lines, formed when the light receiving surface is scanned with the endmost light beam among the beams, from a straight line and θ is the angle of the optical axis when the endmost light beam is at the maximum scanning angle β . Then, γ is the angle between the straight line connecting an image formation point and the center of image formation and the scanning line of the center light beam when the endmost light beam is at the maximum scanning angle β and α is the angle between the traveling direction of the endmost light beam and the optical axis.



$$\begin{aligned} \theta - \theta_{\max}(\beta) &\approx \sin \gamma \left(\theta_{\max}(\beta) \right) \quad \text{for } \alpha < \epsilon \\ \theta_{\max}(\beta) &= \frac{\pi}{2} - \beta \\ (m-1) \cdot \beta + \gamma &= \pi \end{aligned}$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-202019

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 26/10

H 0 4 N 1/04

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

B

1 0 4 A 7251-5C

審査請求 未請求 請求項の数2 (全8頁)

(21)出願番号

特願平4-360937

(22)出願日

平成4年(1992)12月29日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 南原 透

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(72)発明者 長沼 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(72)発明者 柿沼 孝一郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54)【発明の名称】 マルチビーム走査光学装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、マルチビーム走査光学装置において、光源より射出された複数の光ビームの結像レンズとして $f\theta$ レンズを用い、結像面上の各光ビームの走査線を許容誤差内ではほぼ直線かつ平行にする。

【構成】マルチビーム光源から射出される複数の光ビームの個数 m を (10) 式、(11) 式及び (12) 式で規定すると共に、複数の光ビームの配列方向の許容最大長さ l を (14) 式で規定する。これにより複数の光ビームの結像レンズとして $f\theta$ レンズを用いても結像面上の各光ビームの走査線を許容誤差内ではほぼ直線かつ平行にし得る。

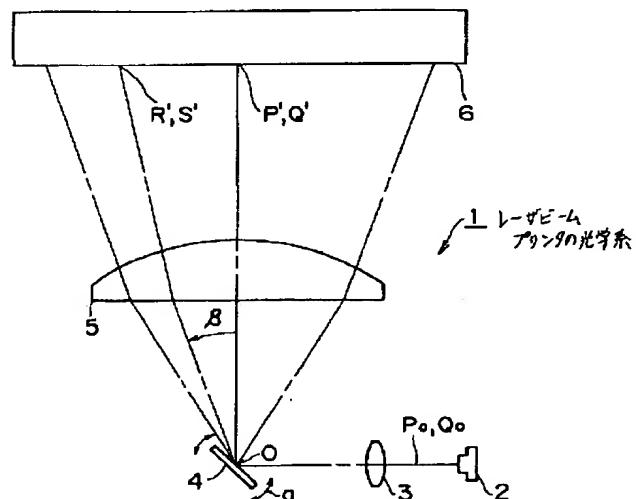


図1 レーザビームプリンタの光学系

【特許請求の範囲】

【請求項1】マルチビーム光源から射出された複数の光ビームを、走査光学系及び $f\theta$ レンズを通じて所定の受光面に照射し、当該受光面上を上記複数の光ビームの配列方向に応じた結像点幅で走査するマルチビーム走査光学装置に応じた結像点幅で走査するマルチビーム走査光学装置。

$$f \cdot \theta (\alpha, \beta) \cdot \sin \gamma (\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

$$f = \frac{L}{2 \cdot \beta}$$

$$\alpha = \frac{(m-1) \cdot \beta \cdot j}{L}$$

ここで β は上記走査光学系による最大走査角度を表し、 j は上記受光面上の上記複数の結像点における結像点間距離を表し、 L は上記最大走査角度 β で走査したときの上記受光面上での最大走査幅を表し、 ϵ は上記複数の光ビームのうち最端の光ビームによって上記受光面を走査してなる走査線の直線よりのずれの許容限界を表し、 θ は上記最端の光ビームが上記最大走査角度 β のときに光軸となす角度を表し、 γ は上記最端の光ビームが上記最大走査角度 β のときに結像する点及び結像中心を結ぶ直線と中心の光ビームの走査線とのなす角度を表し、 α は上記最端の光ビームの進行方向が上記光軸となす角度を表す。

【請求項2】上記マルチビーム光源から射出された上記複数の光ビームは、焦点距離 f' のコリメータレンズを通じて上記走査光学系に入射すると共に、上記複数の光ビームの配列方向の許容最大長さ l が次の式を満足するようにしたことを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム走査光学装置。

【数2】

$$\alpha = \frac{l}{2 \cdot f'}$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

産業上の利用分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段（図1～図6）

作用（図1及び図2）

実施例（図1～図8）

発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明はマルチビーム走査光学装置に関し、例えばレーザビームプリンタに適用して好適

学装置であつて、

上記マルチビーム光源は、次の式を満足する個数 m でなる上記複数の光ビームを射出するようにしたことを特徴とするマルチビーム走査光学装置。

【数1】

$$f \cdot \theta (\alpha, \beta) \cdot \sin \gamma (\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

なものである。

【0003】

【従来の技術】従来、レーザビームプリンタとして、レーザ光源から射出された光ビームを例えばポリゴンミラー等で所定方向に折り曲げると共に振り、 $f\theta$ レンズを通じて感光体結像面上に走査させるようになされたものがある。またレーザビームプリンタにおいては印刷速度をさらに高速化するために、複数の光ビームを同時に射出するいわゆるマルチビーム光源を用いて感光体結像面上に形成される走査線に幅を持たせるようになされたいわゆるマルチビームプリンタが考えられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところがかかるマルチビームプリンタにおいては、結像レンズとして $f\theta$ レンズを用いようとすると、 $f\theta$ レンズの性質上、感光体結像面上において各ビームの走査線が、厳密には直線かつ平行とはならない問題がある。かかる問題はマルチビーム光源より射出される光ビームの個数が多くなるほど、また光源の長さが長くなるほど顕著になるものである。

【0005】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、光源より射出された複数の光ビームの結像レンズとして $f\theta$ レンズを用いて、結像面上の各光ビームの走査線を許容誤差内ではほぼ直線かつ平行にし得るマルチビーム走査光学装置を提案しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、マルチビーム光源2から射出された複数の光ビーム P_0, Q_0 を、走査光学系4及び $f\theta$ レンズ5を通じて所定の受光面6に照射し、受光面6上を複数の光ビーム P_0, Q_0 の配列方向に応じた結像点幅で走査するマルチビーム走査光学装置1において、マルチビーム光源2は、次の式を満足する個数 m でなる複数の光ビーム P_0, Q_0 を射出するようにした。

【数3】

$$f \cdot \theta(\alpha, \beta) + \sin \gamma(\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

$$f = \frac{L}{2 \cdot \beta}$$

$$\alpha = \frac{(m-1) \cdot \beta \cdot j}{L}$$

ここで β は走査光学系 4 による最大走査角度を表し、 j は受光面 6 上の複数の結像点における結像点間距離を表し、 L は最大走査角度 β で走査したときの受光面 6 上での最大走査幅を表し、 ϵ は複数の光ビーム P_0, Q_0 のうち最端の光ビーム Q_0 によって受光面 6 を走査してなる走査線 9 の直線よりのずれの許容限界を表し、 θ は最端の光ビーム Q_0 が最大走査角度 β のときに光軸 7 となす角度を表し、 γ は最端の光ビーム Q_0 が最大走査角度 β のときに結像する点 S' 及び結像中心 P' を結ぶ直線と中心の光ビーム P_0 の走査線 8 とのなす角度を表し、 α は最端の光ビーム Q_0 の進行方向が光軸 7 となす角度を表す。

【0007】また本発明においては、マルチビーム光源

$$f \cdot \theta(\alpha, \beta) + \sin \gamma(\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

$$f = \frac{L}{2 \cdot \beta}$$

$$\alpha = \frac{(m-1) \cdot \beta \cdot j}{L}$$

を満足するようにすると共に、複数の光ビーム P_0, Q_0 の配列方向の許容最大長さ l を次式

【数6】

$$\alpha = \frac{1}{2 \cdot f'}$$

を満足するようにしたことにより、複数の光ビーム P_0, Q_0 の結像レンズとして $f\theta$ レンズ 5 を用いても受光面 6 上の各光ビームの走査線を許容誤差内ではほぼ直線かつ平行にし得る。

【0009】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0010】図 1において 1 は全体としてレーザビームプリンタの光学系を示し、マルチビームレーザ光源 2 から射出された複数のレーザビーム P_0, Q_0 が、コリメータレンズ 3 を通過して平行光になりミラー 4 上の点 O

2 から射出された複数の光ビーム P_0, Q_0 は、焦点距離 f' のコリメータレンズ 3 を通じて走査光学系 4 に入射すると共に、複数の光ビーム P_0, Q_0 の配列方向の許容最大長さ l が次の式を満足するようにした。

【数4】

$$\alpha = \frac{l}{2 \cdot f'}$$

【0008】

【作用】マルチビーム光源 2 から射出される複数の光ビームの個数 m が次式

【数5】

$$f \cdot \theta(\alpha, \beta) + \sin \gamma(\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

で一点に交わる。この点 O はコリメータレンズ 3 の像側焦点位置であると共に、 $f\theta$ レンズ 5 の物体側焦点位置に選定されている。

【0011】従つてミラー 4 で反射され折り曲げられたレーザビーム P_0, Q_0 は、 $f\theta$ レンズ 5 によって感光体結像面 6 上に結像される。このときミラー 4 が矢印 a に示すように回転することにより、図 2 に示すように、レーザビーム P_0, Q_0 が感光体結像面 6 上に走査結像される。

【0012】ここでマルチビームレーザ光源 2 は図 3 に示すように構成されており、複数のレーザビームのうち中心のレーザビーム（以下、中央光と呼ぶ） P_0 及びそこから n 番目のレーザビーム（以下、 α 光と呼ぶ） Q_0 を考えると、中央光 P_0 の進行方向は、各レンズ 3, 5 の中心を通り、最終的に感光体結像面 6 上の結像中心 P' に到達する光学系 1 の光軸 7 と一致する。

【0013】中央光 P_0 及び α 光 Q_0 は、ミラー 4 が回

転することにより走査され、例えば図1において角度 β の方向に走査されたとき走査角 β の状態と呼ぶ。このようにすると、図2に示すように、走査角 $0 [^\circ]$ のとき中央光 P_0 は感光体結像面6上の結像点 P' に結像し、 α 光 Q_0 は結像点 Q' に結像する。また走査角 β のとき中央光 P_0 は結像点 R' に結像し、 α 光 Q_0 は結像点 S' に結像する。

【0014】図4はミラー4より感光体結像面6までの中央光 P_0 及び α 光 Q_0 の進行状態を斜めより見たものであり、図5は $f\theta$ レンズ5に入る前の中央光 P_0 及び

$$\angle RPO = \angle SPO = \angle QPO = 90 [^\circ]$$

すると共に便宜上式

$$\angle SRP = \angle SRO = 90 [^\circ]$$

の関係にあるものとする。

【0016】またミラー4で反射した後の中央光 P_0 の進行方向及び α 光 Q_0 の進行方向のなす角度を α とし、ミラー4が回転して中央光 P_0 及び α 光 Q_0 が走査されても角度 α は不变である。

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

で表される。

【0018】またこのときの中央光 P_0 及び α 光 Q_0 が

$$\tan \gamma = \frac{\tan \alpha}{\sin \beta}$$

で表される。

【0019】次に、感光体結像面6上の各結像点の様子を図6でみると、 $f\theta$ レンズ5が光軸7に対して回転対

$$\angle S' P' R' = \gamma$$

が成り立つ。

【0020】ところで光軸7に対して角度 θ で $f\theta$ レンズ5に入射する α 光 Q_0 は、 $f\theta$ レンズ5の焦点距離を

$$P' S' = f \cdot \theta$$

が成り立つ。

【0021】また走査角 β で $f\theta$ レンズ5に入射する中央光 P_0 は結像点 P' より距離 $f \cdot \beta$ の結像点 R' に結

$$P' R' = f \cdot \beta$$

が成り立つ。

【0022】さらに走査角度 $0 [^\circ]$ で $f\theta$ レンズ5に入射する α 光 Q_0 は結像点 P' より距離 $f \cdot \alpha$ の結像点

$$P' Q' = f \cdot \alpha$$

が成り立つ。(8)式については、 $f\theta$ レンズ5でなくとも、近軸領域であるので成立する。

【0023】ここで結像点 S' より直線 $P' R'$ に引い

$$TS' = P' S' \cdot \sin \gamma = f \cdot \theta \cdot$$

により求め得る。ちなみに、角度 α が微小であり、実用上、点 T 及び結像点 R' は一致すると考えて差し支えな

α 光 Q_0 を詳細に示したものである。さらに図6は感光体結像面6上の中央光 P_0 による結像点 P' 、 R' 及び α 光 Q_0 による結像点 Q' 、 S' を詳細に示したものである。

【0015】図5において点 P 、 Q 、 R 及び S は、感光体結像面6上のそれぞれ結像点 P' 、 Q' 、 R' 及び S' に向かう中央光 P_0 及び α 光 Q_0 が $f\theta$ レンズ5に入る前の途中の点を表す。ここで点 O 、 P 、 Q 、 R 及び S の各点間の角度の関係を次式

【数7】

$$\dots \dots (1)$$

【数8】

$$\dots \dots (2)$$

【0017】以上の構成において、走査角 β のとき中央光 P_0 は直線 OR 方向に進み、 α 光 Q_0 は直線 OS 方向に進む。このときの α 光 Q_0 と光軸7とのなす角度 θ すなわち $\angle SOP$ は次式

【数9】

$$\dots \dots (3)$$

光軸7に対してなす角度 γ すなわち $\angle SPR$ は次式

【数10】

$$\dots \dots (4)$$

称であるため角度 γ は保存され、次式

【数11】

$$\dots \dots (5)$$

f とすると感光体結像面6上の中心の結像点 P' より距離 $f \cdot \theta$ の結像点 S' に結像する。これにより次式

【数12】

$$\dots \dots (6)$$

像する。これにより次式

【数13】

$$\dots \dots (7)$$

Q' に結像する。これにより次式

【数14】

$$\dots \dots (8)$$

た垂線が点 T で交わるとき、結像点 S' の中心の走査線 8 よりの距離すなわち直線 TS' の長さは次式

【数15】

$$\sin \gamma$$

$$\dots \dots (9)$$

い。

【0024】直線 TS' の長さは走査角 β に対して単調

な増加関数であり、走査角 β として最大走査角度の値をとつたときの直線 TS' の長さと直線 $P'Q'$ の長さとの差が許容誤差 ϵ 内に入れば、光軸 7 より最も遠く離れた α 光 Q_0 による走査線 9 は直線であり、かつ中心の走査線 8 と平行であるとみなし得る。

【0025】 $f\theta$ レンズ 5 の焦点距離 f は、感光体結像

$$f = \frac{L}{2 \cdot \beta}$$

と表し得る。

【0026】また、光軸 7 より最も遠く離れた α 光 Q_0 の進行方向が光軸 7 となす角度を新たに α と記し直すと、そのときの角度 α は、感光体結像面 6 上に結像した

$$\alpha = \frac{(m-1) \cdot j}{2 \cdot f} = \frac{(m-1) \cdot \beta \cdot j}{L}$$

で求め得る。

【0027】直線 $P'Q'$ は (8) 式により与えられる。また直線 TS' の長さは (13) 式で与えられる。さらに角度 θ 及び γ は (3) 式及び (4) 式に示すとおり角度 α 及び β の関数として与えられる。これにより α 光

$$f \cdot \theta(\alpha, \beta) + \sin \gamma(\alpha, \beta) - f \cdot \alpha < \epsilon$$

…… (10)

各点間の距離を j (すなわち解像度は $25.4/j$ [DPI] になる)、マルチビームレーザ光源 2 のレーザビームの個数を m として次式

【数16】

…… (11)

Q_0 による走査線 9 のずれが許容誤差 ϵ 内にあり、直線でかつ中心の走査線 8 と平行であるとみなし得る条件は次式

【数17】

…… (12)

平行とみなし得る。このときの最大走査角 β に対するレーザビームの個数 m の関係を示すと図 7 のようになる。

【0030】また1回の走査毎に感光体結像面 6 上には走査方向と直角な方向 (いわゆる副走査方向) にレーザビームの個数 m のレーザビームの走査線が形成されるので、中心の走査線 8 より上の境界の α 光 Q_0 による走査線 9 までの高さ (すなわち直線 $P'Q'$) h は、光源の中心より端までの高さ (すなわちマルチビームレーザ光源 2 における中央光 P_0 と α 光 Q_0 との距離) を h' 、コリメータレンズ 3 の焦点距離を f' として次式

【数19】

…… (13)

【0032】そこで光源の中心より端までの高さ h' の2倍を光源の許容最大長さ l とすると、光源の許容最大長さ l に対する角度 α の関係は、(8) 式及び (13) 式より、次式

【数20】

…… (14)

により求め得る。

【0028】結局、 $f\theta$ レンズ 5 を用いたレーザビームプリンタにおいて、書き込み幅 L 及び最大走査角 β を (11) 式に与えたときの角度 α の値が (12) 式を満足させるレーザビームの個数 m のマルチビームレーザ光源 2 を用いることにより各走査線が直線かつ平行とみなし得る。

【0029】そこで解像度が 400 [DPI]、用紙サイズが A4 のレーザビームプリンタ (すなわち書き込み幅 L は 216 [mm]、結像点間距離 j は 63.5 [μm] となる) を想定すると、許容誤差 ϵ が結像点間距離 j の 20% すなわち 12.7 [μm] 以内であるとき、各走査線は直線かつ

$$h' = \frac{h \cdot f'}{f}$$

で表される。

【0031】歪みのない (すなわち上下境界の α 光 Q_0 による走査線 9 のずれが許容誤差 ϵ 内にある) 像を得るための光源の中心より端までの高さ h' の最大値は (8) 式により与えられる角度 α を (12) 式に代入すると決まる。

$$\alpha = \frac{1}{2 \cdot f'}$$

のようになる。

【0033】上述の許容誤差 ϵ の値 12.7 [μm] を用い、解像度が 400 [DPI]、用紙サイズが A4 のレーザ

ビームプリンタ及び焦点距離 f' が 50 [mm] のコリメータレンズ 3 を想定したときの最大走査角 β に対する光源の許容最大長さ l の関係を示すと図 8 のようになる。

【0034】以上の構成によれば、(11)式により得た角度 α の値が(12)式を満足させるレーザビームの個数mと、(14)式より得た角度 α の値が(11)式を満足させる光源の許容最大長さ1とのマルチビームレーザ光源2を用いることによつて、走査線の歪みを良好な範囲に設定し得るレーザビームプリンタの光学系1を実現できる。

【0035】なお上述の実施例においては、光ビームとしてレーザビームを用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えは赤外線ビームや紫外線ビーム等、他の種類の光ビームを用いる場合にも広く適用し得る。

【0036】また上述の実施例においては、1つの感光体受光面6に対して各1つのマルチビーム光源2、コリメータレンズ3、ミラー4及び $f\theta$ レンズ5を用いるレーザビームプリンタの光学系1に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、受光面の面積、形状、受光面までの距離等に応じて2つ以上のマルチビーム光源、コリメータレンズ、ミラー及び $f\theta$ レンズ等を設け、受光面にマルチビームを結像させる光学系にも広く適用し得る。

【0037】さらに上述の実施例においては、1つのマルチビーム光源2が射出した複数のレーザビームをミラー4で走査する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、2つ以上のマルチビーム光源が射出した複数の光ビームを光カプラ等により合成し、合成された複数の光ビームをミラー等で走査する光学系にも適用し得る。

【0038】さらに上述の実施例においては、ミラー4によつてレーザビームを走査する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えは電歪素子、磁歪素子等により、電気的、磁気的に光ビームを偏向して走査する光学系にも広く適用し得る。

【0039】さらに上述の実施例においては、本発明をマルチビームプリンタに適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えは反射型又は透過型の表示画面や写真のフィルム等、任意の面積、形状、距離の受光面にマルチビームを結像させる光学系にも広く適用し得る。

【0040】さらに上述の実施例においては、光ビームの受光面がマルチビームプリンタの感光体結像面の場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えは写真のフィルム、集積回路の感光材等の他の感光材又は散乱材等、任意の材質の受光面にマルチビームを結像させる光学系にも広く適用し得る。

【0041】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、マルチビーム光源の光ビームの個数及びマルチビーム光源の許容最大長さを規定したことにより、複数の光ビームの結像レンズとして $f\theta$ レンズを用いても受光面上の各光ビームの走査線を許容誤差内ではほぼ直線かつ平行にし得るマルチビーム走査光学装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】マルチビームレーザ光源を用いたレーザビームプリンタの光学系を示す略線図である。

【図2】マルチビームレーザ光源を示す斜視図である。

【図3】感光体結像面上に結像した各結像点を示す略線図である。

【図4】ミラーより感光体結像面までの中央光及び α 光の進行状態を示す斜視図である。

【図5】 $f\theta$ レンズに入る前の中央光及び α 光の進行状態を詳細に示す斜視図である。

【図6】感光体結像面上の中央光及び α 光による結像点を詳細に示す略線図である。

【図7】本発明によるマルチビーム走査光学装置の一実施例による最大走査角及びマルチビーム個数の関係を示す略線図である。

【図8】本発明によるマルチビーム走査光学装置の一実施例による最大走査角及び許容最大光源長さの関係を示す略線図である。

【符号の説明】

1……光学系、2……マルチビームレーザ光源、3……コリメータレンズ、4……ミラー、5…… $f\theta$ レンズ、6……感光体結像面、7……光軸、8……中心の走査線、9…… α 光による走査線、 P_0 ……中央光、 Q_0 …… α 光。

【図2】

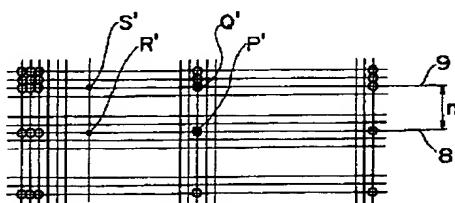


図2 感光体結像面上のマルチビーム列による各結像点

【図3】

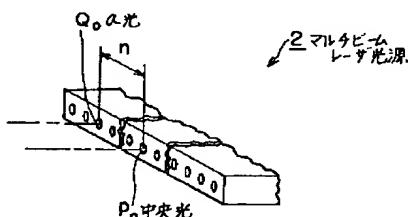


図3 マルチビームレーザ光源

【図1】

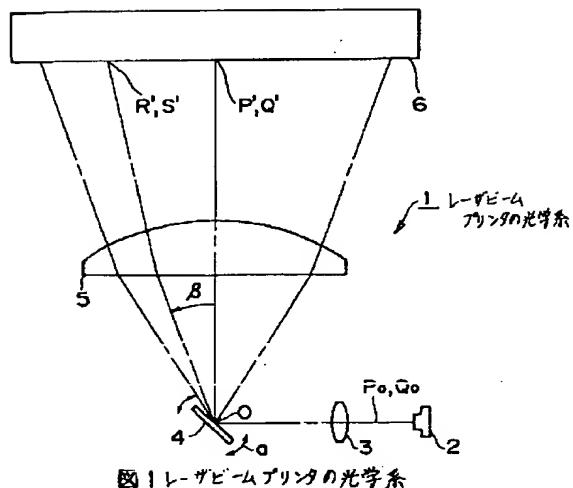


図1 レーザービームプリンタの光学系

【図4】

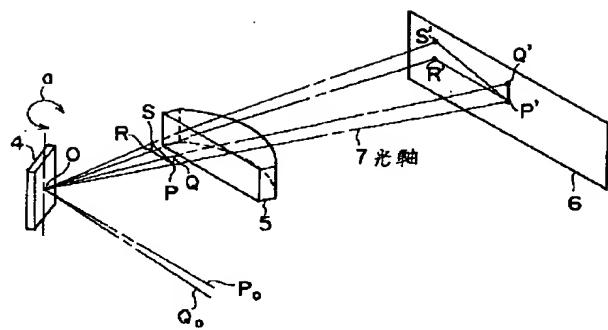


図4 ミラーより感光体結像面までの中央光及びひし光の進行状態

【図5】

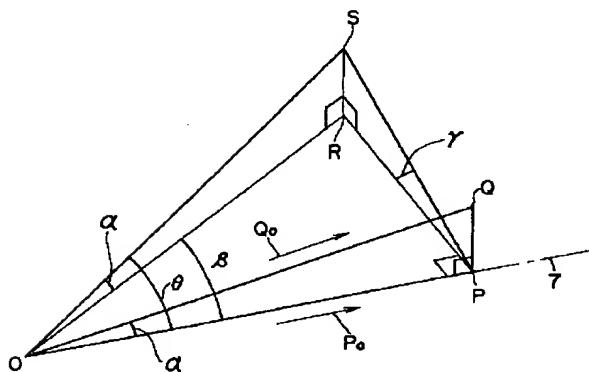


図5 レンズに入る前の中央光及びひし光の進行状態

【図6】

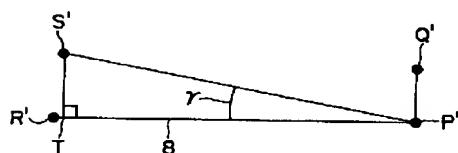


図6 感光体結像面上の中央光及びひし光による結像点

【図8】

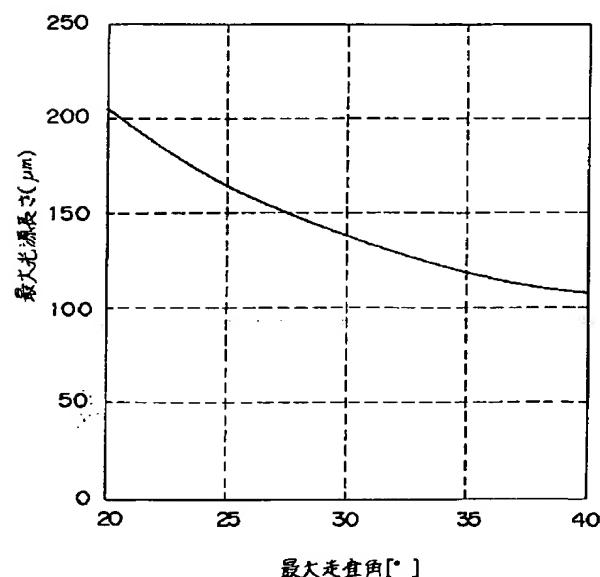


図8 最大走査角と最大光源長さ

【図7】

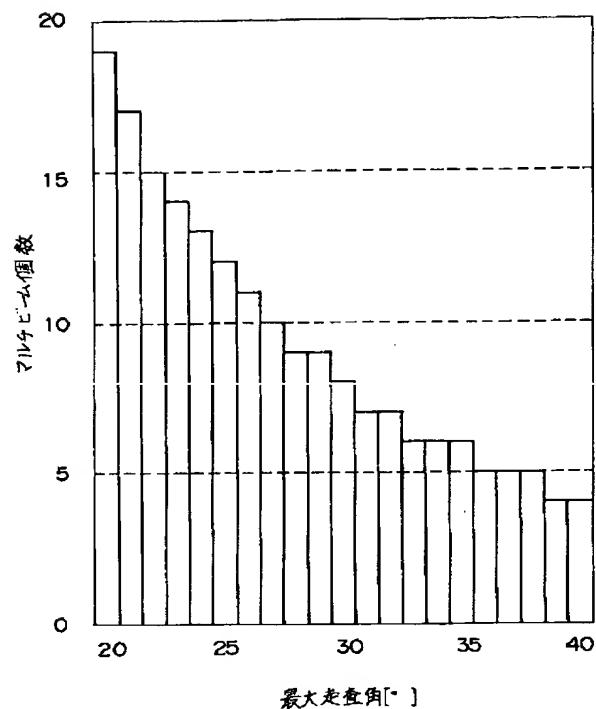


図7 最大走査角とマルケマー個数の関係